

## Pressure balancing micro= valve

**Patent number:** DE4417251

**Publication date:** 1995-11-23

**Inventor:** SCHUELKE ARMIN DIPL ING (DE); UHLER WERNER  
DIPL PHYS DR (DE)

**Applicant:** BOSCH GMBH ROBERT (DE)

**Classification:**

- **International:** F16K31/126; F16K7/00

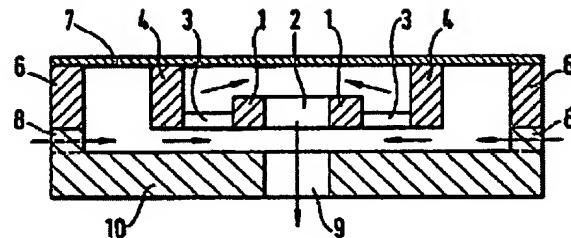
- **European:** F15C5/00

**Application number:** DE19944417251 19940517

**Priority number(s):** DE19944417251 19940517

### Abstract of DE4417251

The micro-valve has a chamber with an inlet port (8) and a ground plate (10). An outlet port (9) is placed in the ground plate which has a closure element (1) in the outlet port. The closure element is attached to a cover plate (7) by connectors (3,4). The cover plate is formed as a deformable membrane. By closure of the outlet port the membrane deforms itself in such a way that the elastic connectors exert a force on the closure element.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

⑯ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES

PATENTAMT

⑯ Offenlegungsschrift  
⑯ DE 44 17 251 A 1

⑯ Int. Cl. 6:  
F 16 K 31/126  
F 16 K 7/00

DE 44 17 251 A 1

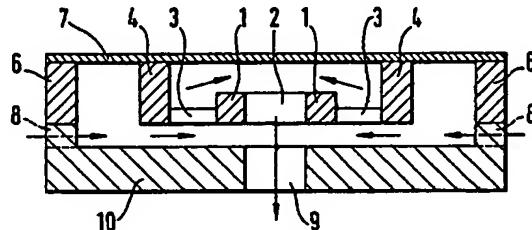
⑯ Aktenzeichen: P 44 17 251.6  
⑯ Anmeldetag: 17. 5. 94  
⑯ Offenlegungstag: 23. 11. 95

⑯ Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

⑯ Erfinder:  
Schuelke, Armin, Dipl.-Ing., 71701 Schwieberdingen,  
DE; Uhler, Werner, Dipl.-Phys. Dr., 76646 Bruchsal,  
DE

⑯ Druckausgeglichenes Mikroventil

⑯ Es wird ein druckausgeglichenes Mikroventil vorgeschlagen, das aus einer Ventilkammer besteht, wobei ein Teil der Ventilkammer als Membran ausgebildet ist und an diese Membran ein Schließglied in Form einer Platte mit Hilfe von Verbindungselementen aufgehängt ist. In der Grundplatte der Ventilkammer befindet sich eine Ausströmöffnung. Bei Verschließen der Ausströmöffnung wird die Platte parallel zur Grundplatte bewegt. Da eine Reduzierung der Ausströmöffnung einen erhöhten Druck in der Ventilkammer erzeugt, wird die Platte auf die Grundplatte gedrückt und schließt die Ausströmöffnung ab. Der erhöhte Druck verformt die Membran, wodurch die Verbindungselemente eine Kraft auf die Platte ausüben, so daß die Anpreßkraft, die die Platte auf die Grundplatte drückt, ausgeglichen wird.



DE 44 17 251 A 1

## Beschreibung

## Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von einem druckausgeglichenen Mikroventil nach der Gattung des Hauptanspruchs. Es ist schon ein druckausgeglichenes Mikroventil aus DE-OS 39 19 876 bekannt. Das Mikroventil ist als Sitzventil ausgebildet, wobei ein in Richtung der Achse der Austrittsöffnung bewegbares Schließglied angeordnet ist, das den Durchfluß steuert. Das Schließglied ist über eine verformbare Ringmembran mit einem Ventilgehäuse verbunden. Das Schließglied ist derart ausgebildet, daß es auf das Schließglied einwirkender Druck an gegenüberliegenden Flächen des Schließgliedes angreift, so daß sich die Kräfte auf das Schließglied ausgleichen.

## Vorteile der Erfindung

Das erfundungsgemäße Mikroventil mit den Merkmalen der Ansprüche 1 und 2 hat demgegenüber den Vorteil, daß ein Mikroventil mit nahezu vollständigen Druckausgleich und den Eigenschaften eines Flachschieberventils, herstellbar ist. Besonders für Mikroventile, die auf Silizium aufgebaut sind, sind relativ große laterale Bewegungen des Schließgliedes erreichbar, wodurch große Durchflüsse regelbar sind. Durch die Ausbildung der Grundplatte als Membran ist es möglich, auslaßseitige Druckschwankungen im Druckausgleich zu berücksichtigen, so daß das Schließglied in bezug auf die Auslaßseite nahezu druckausgeglichen ist. Durch den Druckausgleich ist es möglich, ein Öffnen bzw. Schließen des Mikroventils ohne Einwirkung oder mit geringer Einwirkung der Betätigungsmitte aufgrund der elastischen Verbindungselemente zu ermöglichen. Die Betätigungsmitte sind klein ausgebildet, da zum Öffnen bzw. Schließen des Mikroventils keine großen Kräfte notwendig sind, da die am Schließglied angreifenden Kräfte nahezu ausgeglichen sind. Dadurch sind die Betätigungsmitte einfach und kostengünstig auszuführen. Da die Betätigungsmitte eine kleine Bauform aufweisen, ist das Mikroventil besonders klein auszubilden.

Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen der im Anspruch 1 und 2 angegebenen Mikroventile möglich. Eine vorteilhafte Weiterbildung des Mikroventils nach Anspruch 1 besteht darin, die Grundplatte mindestens teilweise als verformbare Membran auszubilden. Dadurch wird ein Druckausgleich des Schließgliedes in bezug auf die Auslaßseite erreicht. Dadurch wird eine weiter verkleinerte Bauform des Mikroventils erreicht.

Besonders vorteilhaft ist, daß das als Platte ausgebildete Schließglied eine Durchflußöffnung aufweist, mit der die Ausströmöffnung des Mikroventils geöffnet bzw. verschlossen wird. Dadurch ist es möglich, die Bauform des Mikroventils in gewissen Grenzen unabhängig von der Größe der Ausströmöffnung und der Anordnung der Ausströmöffnung so klein wie möglich zu halten.

In vorteilhafter Weise wird das Mikroventil verbessert, indem in der Durchlaßöffnung des Schließgliedes und in der Ausströmöffnung jeweils ein Gitter angeordnet ist. Auf diese Weise ist es möglich, eine große Ausströmöffnung mittels einer geringen lateralen Bewegung des Schließgliedes zu öffnen bzw. zu schließen.

Eine Verbesserung des Mikroventils wird erreicht, indem das Schließglied über Federelemente mit steifen Stegen verbunden ist, wobei die steifen Stege an der verformbaren Membran der Deckplatte der Ventilkammer befestigt sind. Dadurch ist es möglich, die Höhe der Ventilkammer unabhängig von der Größe und der Steifigkeit der Federelemente zu wählen, ohne die Funktionsfähigkeit des Mikroventils zu beeinflussen.

Weiterhin ist es von Vorteil, die Federelemente 10 schräg gegen die Vertikale zu stellen und somit durch die Anordnung der Federelemente bei einer lateralen Bewegung des Schließgliedes die vertikale Bewegung des Schließgliedes auf die Ausströmöffnung vorzugeben. Auf diese Weise ist eine andere Gestaltung der Federelemente z. B. mit kleinerer Baugröße möglich.

Eine weitere vorteilhafte Aufhängung des Schließgliedes besteht darin, das Schließglied bei vorhandener Deckplatte mit biegeweichen Stegen an der Deckplatte zu halten. Eine zusätzliche vorteilhafte Ausführungsform besteht darin, zusätzlich das Schließglied mit Federelementen an den Seitenwänden der Ventilkammer zu befestigen. Bei fehlender Deckplatte wird in vorteilhafter Weise das Schließglied nur mit den Federelementen an den Seitenwänden der Ventilkammer aufgehängt.

Eine weitere vorteilhafte Ausbildung des Mikroventils besteht darin, das Schließglied als Drehschieber auszubilden. Somit wird die Ausströmöffnung über rotatorische Bewegungen geöffnet bzw. geschlossen.

## Zeichnung

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen Fig. 1 ein Mikroventil im horizontalen Querschnitt, Fig. 2 ein Mikroventil im vertikalen Querschnitt, Fig. 3 ein Mikroventil mit ausgelenktem Schließglied im horizontalen Querschnitt, Fig. 4 ein Mikroventil mit ausgelenktem Schließglied im vertikalen Querschnitt, Fig. 5 eine besondere Ausführung des Schließgliedes, Fig. 6 ein Mikroventil mit einer Membran als Grundplatte, Fig. 7 ein Mikroventil mit zwei Membranen, Fig. 8 ein Mikroventil ohne Deckplatte, Fig. 9 ein Mikroventil mit besonderer Aufhängung des Schließgliedes und Fig. 10 ein Mikroventil mit Drehschieber als Schließglied.

## Beschreibung der Ausführungsbeispiele

Fig. 1 zeigt das Mikroventil im horizontalen Querschnitt, wobei von der Ventilkammer nur ein Rahmen 6 dargestellt ist. In der Mitte der Ventilkammer ist das Schließglied 1 in Form einer Platte 1, die rechteckförmig ausgebildet ist, angeordnet. Die Platte 1 weist eine rechteckförmige Durchflußöffnung 2 auf. In der rechteckförmigen Durchflußöffnung 2 ist ein weiteres Durchlaßgitter 12 angeordnet, das vorzugsweise aus parallel angeordneten Streben besteht. An jeder schmalen Außenkante der Platte 1 ist in einem festgelegten Abstand seitlich versetzt jeweils ein Steg 4 dargestellt. Die Platte 1 ist über jeweils zwei Federelemente 3, die an den Ecken der Platte 1 befestigt sind, mit jeweils einem Steg 4 verbunden. Fig. 1 zeigt weiterhin schematisch dargestellte Betätigungsmitte 5, mit denen die Platte 1 bewegt wird. Vorzugsweise sind weitere Betätigungsmitte 17 auf der den Betätigungsmitte 5 gegenüberliegenden Seite des Schließgliedes 1 angeordnet. Mit den weiteren Betätigungsmitte 17 wird das Schließglied ebenfalls bewegt. Durch die Anordnung weiterer Betä-

tigungsmittel 17 wird die Dynamik des Schließgliedes beim Schließen und Öffnen erhöht. Im Allgemeinen reichen die Betätigungsmitte 5 alleine zum Schließen und Öffnen des Mikroventils aus. Als Betätigungsmitte 5 und als weitere Betätigungsmitte 17 eignen sich elektrostatische, elektromagnetische oder piezoelektrische Antriebe. Der Rahmen 6 der Ventilkammer ist auf einer Grundplatte 10 aufgebracht.

Fig. 2 zeigt das Mikroventil der Fig. 1 im vertikalen Querschnitt A-A. Dabei ist deutlich die Ventilkammer zu erkennen, die aus dem umlaufenden Rahmen 6, der Grundplatte 10 und einer gegenüber der Grundplatte 10 liegenden Deckplatte 7, die als verformbare Membran ausgebildet ist, gebildet ist. Die Ventilkammer weist zwei Einströmöffnungen 8 auf, die in Seitenwänden des Rahmens 6 eingebracht sind. In der Mitte der Grundplatte 10 ist eine Ausströmöffnung 9 angeordnet. Die Ausströmöffnung 9 weist vorzugsweise ein Durchlaßgitter 11 auf, das beispielsweise aus Streben entsprechend dem weiteren Durchlaßgitter 12 des Schließgliedes 1 besteht. Je nach Ausführung können entsprechend viele Ein- und Ausströmöffnungen 8, 9 angeordnet sein.

In einem festgelegten Abstand über der Ausströmöffnung 9 ist das Schließglied 1 angeordnet, das über die Federelemente 3 und die Stege 4 mit der Membran 7 verbunden ist. Der Abstand zwischen dem Schließglied 1 und der Ausströmöffnung 9 ist so gewählt, daß das Schließglied 1 und die Ausströmöffnung 9 in vertikaler Richtung durchflossen wird. Dies ist schematisch durch die dargestellten Pfeile angedeutet.

Fig. 3 zeigt das Schließglied 1, das durch Einwirkung der Betätigungsmitte 5 aus seiner Ruhelage verschoben ist und an den Betätigungsmitte 5 ansteht. Die Stege 4 werden dabei nicht verformt. Gegen die Federwirkung der Federelemente 3 kann das Schließglied 1 von den Betätigungsmitte 5 aus der Ruhelage bewegt werden. Die Betätigungsmitte 5 können auch so ausgebildet sein, daß das Schließglied 1 weg von den Betätigungsmitte 5 bewegbar ist. Die Federwirkung der Federelemente 3 erlaubt dem Schließglied 1 neben der lateralen Bewegung in Richtung auf die Betätigungsmitte 5 auch eine vertikale Bewegung in Richtung auf die Ausströmöffnung 9. Die Ausströmöffnung 9, die in der Grundplatte 10 eingebracht ist, ist, da sie vom Schließglied 1 überdeckt ist, gestrichelt eingezeichnet. Fig. 3 zeigt ein geschlossenes Mikroventil, wobei das Schließglied 1 gegen die Ausströmöffnung 9 verschoben ist.

Fig. 4 zeigt den Schnitt B-B der Fig. 3. Es ist die Ventilkammer dargestellt, die eine Grundplatte 10, einen Rahmen 6 und eine Deckplatte 7 aufweist. Die Deckplatte 7 ist als verformbare Membran ausgebildet. An der Membran 7 ist über steife Stege 4 und Federelemente 3 das Schließglied 1 aufgehängt. Mithilfe der Betätigungsmitte 5 ist das Schließglied 1 lateral gegen die Ausströmöffnung 9 verschoben und vertikal auf die Grundplatte 10 gesetzt, so daß die Ausströmöffnung 9 verschlossen ist. Die Deckplatte 7 ist durch den anliegenden Druck nach oben gewölbt. Das Schließglied 1 bewegt sich beim Verschließen der Ausströmöffnung 9 sowohl parallel als auch senkrecht zur Grundplatte 10.

Die Anordnung entsprechend der Fig. 1 bis 4 funktioniert wie folgt: Fig. 1 und 2 zeigen das Mikroventil in geöffnetem Zustand. Über die Einströmöffnungen 8 strömen Gase oder Fluide in die Ventilkammer ein. Diese folgen aufgrund der vorgegebenen Anordnung der Fließrichtung, die durch die Pfeile in Fig. 2 dargestellt ist. Dabei wird das Schließglied 1 in vertikaler Richtung durchströmt. Die Deckplatte 7 befindet sich bei diesem

Zustand in entspannter, horizontaler Anordnung entsprechend Fig. 2. Das Durchlaßgitter 11 der Ausströmöffnung 9 und das weitere Durchlaßgitter 12 der Platte 1 sind so übereinander angeordnet, daß ein ungehinderter Durchfluß erfolgt.

Soll nun das Mikroventil geschlossen werden, so werden die Betätigungsmitte 5 eingesetzt und das Schließglied 1 wird z. B. durch elektrostatische Kräfte in Richtung auf die Betätigungsmitte 5 gezogen. Dabei wird das Schließglied 1, wie in Fig. 3 dargestellt ist, lateral gegenüber der Ausströmöffnung 9 bewegt. Dadurch wird die Durchströmung des Mikroventils verringert, wodurch sich ein erhöhter Druck in der Ventilkammer aufbaut. Der erhöhte Druck drückt das Schließglied 1 auf die Grundplatte 10 im Bereich der Ausströmöffnung 9, wie in Fig. 4 dargestellt, und verschließt die Ausströmöffnung 9.

Die vertikale Bewegung wird zudem durch die Verwendung spezieller Federelemente 3 unterstützt, die gegenüber der Vertikalen in der Weise gekippt angeordnet sind, daß bei einer lateralen Bewegung des Schließgliedes 1 automatisch eine vertikale Bewegung des Schließgliedes 1 in Richtung auf die Ausströmöffnung erfolgt.

Weiterhin ist in Fig. 4 die Auswölbung der Deckplatte 7 dargestellt, die durch den erhöhten Druck in der Ventilkammer erzeugt wird. Dadurch, daß die Membran 7 sich entgegengesetzt zum Schließglied 1 verformt, übt die Membran 7 über die Stege 4 und die elastischen Federelemente 3 eine vertikal nach oben gerichtete Kraft auf das Schließglied 1 aus. Diese Kraft ist dem erhöhten Druck, der durch das Verschließen der Ausströmöffnung 9 auf das Schließglied 1 erzeugt wurde, entgegengesetzt. Damit werden die Kräfte, die auf das Schließglied 1 wirken ausgeglichen. Auf diese Weise wird erreicht, daß ein Abschalten der Betätigungsmitte 5 ausreicht, um das Schließglied 1 in seine Ausgangsstellung zurückzufedern zu lassen.

Damit sind keine zusätzlichen Betätigungsmitte notwendig, die das Schließglied 1 von der Grundplatte 10 wegziehen. Auf diese Weise kann das Schließglied 1 mit geringen Kräften bewegt werden. Deshalb können Betätigungsmitte 5 verwendet werden, die eine kleine Bauform aufweisen und sich deshalb für mikromechanische Anordnungen besonders eignen.

Zusätzlich können jedoch wie in Fig. 1 dargestellt, weitere Betätigungsmitte 17 eingesetzt werden, um das Öffnen der Ausströmöffnung 9 zu beschleunigen.

Fig. 5 zeigt ein Mikroventil 1 mit Ausnehmungen im Schließglied 1 im Querschnitt. Das Mikroventil weist eine Grundplatte 10 auf, auf der ein Rahmen 6 angeordnet ist. Es ist ein Schließglied 1 in Form einer Platte dargestellt. Das Schließglied 1 ist über Federelemente 3 mit Stegen 4 verbunden. Zur Bewegung des Schließgliedes 1 sind schematisch Betätigungsmitte 5 angeordnet. In diesem Ausführungsbeispiel ist das Schließglied 1 als Platte mit Ausnehmungen 13 ausgebildet. Die Ausnehmungen 13 sind in Form von V-förmigen Kerben, die seitlich in die Platte 1 hineinragen, ausgebildet. Von den Stegen 4 ausgehend weisen die Federelemente 3 in die Ausnehmungen 13 hinein und sind am Ende der Ausnehmungen 13 mit der Platte 1 befestigt. Auf diese Weise ist es möglich, die Stege 4 nah an das Schließglied 1 anzuordnen und trotzdem lange Federelemente 3 zu verwenden. Dadurch wird eine kleine Bauform des Mikroventils möglich, ohne die hängen der elastischen Federelemente 3 zu verkürzen und damit die Federwirkung der Federelemente 3 zu beeinträchtigen. Bei entspre-

chender Ausbildung und Anzahl der Stege 4, wenn z. B. für jedes Federelement 3 ein Steg 4 angeordnet wird, ist es möglich die Stege 4 ebenfalls in den Ausnehmungen 13 unterzubringen und damit eine noch kleinere Bauform des Mikroventils zu ermöglichen. Das beschriebene Schließglied 1 mit den Ausnehmungen 13 kann für alle Bauformen des Mikroventils verwendet werden.

Fig. 6 zeigt ein Mikroventil, das eine Ventilkammer aufweist. Die Ventilkammer besteht aus einer Grundplatte 10, auf der ein Rahmen 6 aufgebracht ist und die mit einer Deckplatte 7 abgedeckt ist. Die Grundplatte 10 ist als verformbare Membran ausgebildet und weist eine Ausströmöffnung 9 auf. In den Rahmen 6 sind zwei Einströmöffnungen 8 eingebracht. An der Deckplatte 7 sind zwei Stege 4 befestigt. Zwischen den Stegen 4 ist das Schließglied 1, das eine Durchflußöffnung 2 aufweist, angeordnet. Das Schließglied 1 ist über jeweils zwei Federelemente 3 mit je einem Steg 4 verbunden.

Die Anordnung nach Fig. 6 funktioniert wie folgt: Bei geöffnetem Mikroventil fließt durch die zwei dargestellten Einströmöffnungen 8 ein Fluid in die Ventilkammer ein und fließt in vertikaler Richtung durch die Durchflußöffnung 2 und die Ausströmöffnung 9, wie durch die dargestellten Pfeile angedeutet ist. Wird nun über eine Bewegung des Schließgliedes 1 die Ausströmöffnung 9 verschlossen, so erhöht sich der Druck in der Ventilkammer und die Grundplatte 10, die als Membran ausgebildet ist, wölbt sich nach unten, so daß die Ausströmöffnung 9 sich aus der Ruheposition weg vom Schließglied 1 bewegt. Gleichzeitig bewegt sich das Schließglied 1 weiter von der Deckplatte 7 weg, so daß die Ausströmöffnung 9 geschlossen bleibt. Zugleich erhöht sich bei verschlossenem Mikroventil die durch den Druck erzeugte Kraft auf das Schließglied 1 in Richtung auf die Ausströmöffnung 9. Dadurch, daß sich die Ausströmöffnung 9 von der Deckplatte 7 weg bewegt und damit auch das Schließglied 1 bei verschlossenem Mikroventil weiter von der Deckplatte 7 entfernt ist, als bei nicht verformter Grundplatte 10, werden die Federelemente 3 gestreckt und üben aufgrund ihrer Elastizität eine Rückstellkraft auf das Schließglied 1 aus. Die Federelemente sind so ausgebildet, daß die Rückstellkraft der durch den Druck erzeugten Kraft auf das Schließglied 1 entgegengesetzt gerichtet und ungefähr gleich groß ist, so daß ein Ausgleich der Kräfte, die auf das Schließglied 1 wirken, erreicht wird.

Fig. 7 zeigt eine Ventilkammer, die aus einer Grundplatte 10 besteht, die als Membran ausgebildet ist. Auf der Grundplatte 10 ist ein Rahmen 6 angeordnet, der mit einer Deckplatte 7, die ebenfalls als Membran ausgebildet ist, abgedeckt ist. In der Mitte der Grundplatte 10 ist eine Ausströmöffnung 9 eingebracht. Über der Ausströmöffnung 9 ist ein Schließglied 1 dargestellt, das über jeweils zwei Federelemente 3 mit zwei gegenüberliegenden Stegen 4 verbunden ist. Die Stege 4 sind an der Deckplatte 7 befestigt. In den Rahmen 6 sind zwei Einströmöffnungen 8, die sich in diesem Ausführungsbeispiel gegenüberliegen, eingebracht.

Die Anordnung nach Fig. 7 funktioniert wie folgt: Bei geöffnetem Mikroventil fließt ein Fluid über die Einströmöffnungen 8 in die Ventilkammer ein und durchströmt die Durchflußöffnung 2 und die Ausströmöffnung 9 in vertikaler Richtung. Diese Flußrichtung ist schematisch in Form von Pfeilen dargestellt. Wird das Mikroventil durch Bewegung des Schließgliedes 1 verschlossen, so erhöht sich der Druck in der Ventilkammer. Die Folge davon ist, daß sich sowohl die Deckplatte 7, die als Membran ausgebildet ist, als auch die

Grundplatte 10, die als Membran ausgebildet ist, nach oben bzw. nach unten verformen. Durch den erhöhten Druck in der Ventilkammer wird das Schließglied 1 auf die Ausströmöffnung 9 gedrückt. Durch die Verformung der Grundplatte 10 wird die Ausströmöffnung 9 aus ihrer Ruheposition nach unten weg vom Schließglied 1 bewegt. Zugleich wird von der Deckplatte 7 über die Stege 4 und die Federelemente 3 eine Kraft auf das Schließglied 1 ausgeübt, die dem Druck auf das Schließglied 1 entgegengesetzt und ungefähr gleich groß ist. Auf diese Weise wird der Druck auf das Schließglied 1 durch die Kraft, die über die Federelemente 3 auf das Schließglied 1 ausgeübt wird, ausgeglichen.

Fig. 8 zeigt ein Mikroventil, das eine Ventilkammer aufweist. Die Ventilkammer besteht aus einer Grundplatte 10, die teilweise als Membran ausgebildet ist und eine Ausströmöffnung 9 aufweist. Über der Ausströmöffnung 9 ist das Schließglied 1 angeordnet, das über zwei seitlich angebrachte Federelemente 3 mit der Grundplatte 10 verbunden ist. Die Anordnung nach Fig. 8 funktioniert wie folgt:

Bei geöffnetem Mikroventil wird die Durchflußöffnung 2 und die Ausströmöffnung 9 in vertikaler Richtung durchflossen. Die Durchflußrichtung ist schematisch mit Pfeilen in der Fig. 8 dargestellt. Wird die Ausströmöffnung 9 mit dem Schließglied 1 verschlossen, so erhöht sich der Druck auf die Grundplatte 10 und diese wölbt sich nach unten. Die Folge davon ist, daß die Ausströmöffnung 9 weg vom Schließglied 1 bewegt wird und das Schließglied 1 folgt dieser Bewegung, so daß die Federelemente 3 gedehnt werden und eine Rückstellkraft auf das Schließglied 1 ausüben, die dem Druck auf das Schließglied 1 entgegengesetzt und ungefähr gleich groß ist.

Fig. 9 zeigt ein Mikroventil mit einer Ventilkammer, die eine Grundplatte 10 aufweist, in der eine Ausströmöffnung 9 eingebracht ist. Auf der Grundplatte 10 ist ein Rahmen 6 angeordnet, auf dem die Deckplatte 7 in Form einer Membran aufgebracht ist. Über der Ausströmöffnung 9 ist ein Schließglied 1 angeordnet, wobei das Schließglied über Federelemente 3 am Rahmen 6 befestigt ist. Zugleich ist das Schließglied 1 über biegeweiche Stege 4, die gegen die Vertikale gekippt angeordnet sind, mit der Deckplatte 7 verbunden. In einer besonderen Ausführung können auch die Federelemente 3 entfallen und das Schließglied 1 ist nur über biegeweiche Stege 4 an der Deckplatte 7 aufgehängt. Die biegeweichen Stege 4 sind so ausgebildet, daß eine laterale und vertikale Bewegung des Schließgliedes 1 in Richtung auf die Ausströmöffnung 9 möglich ist. Der Rahmen 6 weist zwei Einströmöffnungen 8 auf.

Im geöffneten Zustand wird das Mikroventil entsprechend den dargestellten Pfeilen durchströmt. Nach dem Schließen des Mikroventils verformt sich die Deckplatte 7 in der Weise, daß das Schließglied 1 eine Kraft über die Stege 4 erfährt, die dem Druck auf das Schließglied 1 entgegengesetzt und gleich groß ist. Somit wird bei geschlossenem Mikroventil ein Ausgleich der auf das Schließglied 1 einwirkenden Kräfte erreicht.

Fig. 10 zeigt ein Mikroventil, das eine Grundplatte 10 aufweist, in der eine Ausströmöffnung 9 eingebracht ist. Die Grundplatte 10 ist als Membran ausgebildet. Auf der Grundplatte 10 ist umlaufend ein Rahmen 6 angeordnet. Es ist ein Schließglied 1 über der Ausströmöffnung 9 angeordnet, das eine Durchflußöffnung 2 aufweist. Das Schließglied 1 ist als kreisförmige Platte ausgebildet. Das Schließglied 1 ist über seitlich angebrachte Federelemente 3 am Rahmen 6 befestigt. Das Schließglied 1 ist als Drehschieber ausgebildet und ist über

einen Drehpunkt 16 gegen ein Verschieben gegenüber der Grundplatte 10 gesichert. Der Drehpunkt 16 kann auch zur Einleitung des zur Betätigung notwendigen Drehmomentes dienen.

Eine andere Ausführung besteht darin, den Drehschieber 1 über einen Torsionsfaden an der Deckplatte 7 der Ventilkammer auf zuhängen. Wird das Mikroventil über ein Drehen des Drehschiebers 1 geschlossen, so erhöht sich der Druck auf den Drehschieber 1 in Durchflußrichtung, die in dem gezeigten Beispiel in die Zeichenebene hineinführt. Die Folge davon ist, daß sich die Grundplatte 10 weg vom Drehschieber 1 bewegt und der Drehschieber 1 der Grundplatte 10 folgt und so Rückstellkräfte über die Federelemente 3 auf den Drehschieber 1 ausgeübt werden, so daß die durch den Druck induzierte Kraft auf den Drehschieber 1 über die Rückstellkräfte der Federelemente ausgeglichen wird, bzw. die Rückstellkräfte über einen Torsionsfaden übertragen werden.

Die Verwendung des Drehschiebers 1 ist nicht auf das dargestellte Beispiel in Fig. 10 beschränkt, sondern kann entsprechend auf die Fig. 1 bis 9 angewendet werden.

Die Form und die Anzahl der Ausströmöffnung 9, der Durchflußöffnung 2 und des Schließgliedes 1 sind nicht auf die dargestellten Beispiele begrenzt, sondern können entsprechend den Anwendungen ausgebildet werden.

Weiterhin ist das Mikroventil auch als im Normalzustand geschlossenes Mikroventil darstellbar, das über die Betätigungsmitte 5 geöffnet wird. Zusätzlich können auch bei dem im Normalzustand geschlossenen Mikroventil weitere Betätigungsmitte 17 vorgesehen sein, die ein schnelleres Schließen der Ausströmöffnung 9 ermöglichen. Das Schließen und/oder Öffnen der Mikroventile der Fig. 1 bis 9 erfolgt über die Betätigungsmitte 5 und/oder über die weiteren Betätigungsmitte 17, die nicht explizit dargestellt sind.

Die Federelemente 3 und/oder die Stege 4 der Fig. 1 bis 10 sind vorzugsweise so gegen die Vertikale geneigt, daß eine horizontale Bewegung des Schließgliedes 40 gleichzeitig eine vertikale Bewegung des Schließgliedes in Richtung auf oder weg von der Ausströmöffnung erzeugt, je nachdem, ob es sich um ein normalerweise offenes oder geschlossenes Mikroventil handelt.

Das Mikroventil kann z. B. mit Hilfe von mikromechanischen Ätzverfahren aus Silizium oder nach dem LIGA-Verfahren hergestellt werden. Die Federelemente 3, die schräg gegen die Vertikale geneigt sind, werden vorzugsweise nach dem LIGA-Verfahren hergestellt. Die Herstellung des Mikroventils nach dem LIGA-Verfahren mit Nickel bietet in Verbindung mit einem elektromagnetischen Betätigungsmitte den Vorteil, daß Nickel sich zur magnetischen Flußführung eignet. Das Mikroventil kann aus einem Ober- und Unterteil hergestellt werden, wie aus den Fig. 2 und 4 zu erkennen ist. Die Grundplatte 10 und der Rahmen 6 stellen getrennt gefertigte Teile dar. Die Grundplatte 10 und der Rahmen 6 samt Stegen, Federelementen und Schließglied können durch gestufte Abformung hergestellt werden, wobei der Rahmen 6 eine Abformung auf der Membran 7 erfordert.

#### Patentansprüche

1. Druckausgeglichenes Mikroventil mit einer Ventilkammer mit einer Einströmöffnung (8) und mit einer Grundplatte (10), in der eine Ausströmöffnung (9) eingebracht ist, und mit einem Schließglied

(1) im Bereich der Ausströmöffnung (9) in der Ventilkammer, wobei das Schließglied (1) über elastische Verbindungselemente (3, 4) gehalten ist, und mit Betätigungsmitte (5, 17), mit denen das Schließglied (1) bewegbar ist, um die Ausströmöffnung (9) mit dem Schließglied (1) zu schließen bzw. zu öffnen, dadurch gekennzeichnet, daß das Schließglied (1) über die Verbindungselemente (3, 4) an einer Deckplatte (7) der Ventilkammer befestigt ist, daß die Deckplatte (7) als verformbare Membran ausgebildet ist, daß sich die Membran (7) beim Verschließen der Ausströmöffnung (9) so verformt, daß die elastischen Verbindungselemente (3, 4) eine Kraft auf das Schließglied (1) ausüben, die dem Druck auf das geschlossene Schließglied (1) entgegenwirken.

2. Druckausgeglichenes Mikroventil mit einer Grundplatte (10) mit einer Ausströmöffnung (9) und mit einem Schließglied (1), die über elastische Verbindungselemente (3, 4) an der Grundplatte (10) gehalten sind und mit Betätigungsmitte (5), um die Ausströmöffnung (9) mit dem Schließglied (1) zu schließen bzw. zu öffnen, dadurch gekennzeichnet, daß das Mikroventil in Richtung vom Schließglied (1) zur Ausströmöffnung (9) durchströmt wird, daß die Grundplatte (10) teilweise als eine verformbare Membran ausgebildet ist, daß sich die Membran und damit die Ausströmöffnung (9) beim Schließen der Ausströmöffnung (9) aus einer Ruhelage weg bewegt, und daß das Schließglied (1) der Ausströmöffnung (9) unter Einwirkung der Betätigungsmitte (5) und mit Ausnutzung der Elastizität der Verbindungselemente (3, 4) folgt und die Ausströmöffnung (9) geschlossen bleibt.

3. Druckausgeglichenes Mikroventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Grundplatte (10) mindestens teilweise als Membran ausgebildet ist, daß sich die Membran beim Schließen der Ausströmöffnung (9) aus einer Ruhelage heraus verformt und sich so die Ausströmöffnung (9) vom Schließglied (1) weg bewegt, und daß das Schließglied (1) durch Einwirken der Betätigungsmitte und unter Ausnutzung der Elastizität der Verbindungselemente (3, 4) der Ausströmöffnung (9) folgt.

4. Druckausgeglichenes Mikroventil nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Schließglied (1) als Platte ausgebildet ist und eine Durchlaßöffnung (2) aufweist.

5. Druckausgeglichenes Mikroventil nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausströmöffnung (9) ein Durchlaßgitter (11) aufweist, daß das Schließglied (1) in der Durchlaßöffnung (2) ein weiteres Durchlaßgitter (12) aufweist, und daß die Ausströmöffnung (9) durch Verschieben des weiteren Durchlaßgitters (12) gegenüber dem Durchlaßgitter (11) schließbar ist.

6. Druckausgeglichenes Mikroventil nach einem der Ansprüche 1 und 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß als Verbindungselemente (3, 4) an der Deckplatte (7) steife Stege (4) angebracht sind, und daß von den Stegen (4) ausgehend elastische Federelemente (3) mit dem Schließglied (1) verbunden sind.

7. Druckausgeglichenes Mikroventil nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Schließglied (1) seitliche Ausnehmungen (13) aufweist, daß die Verbindungselemente (3, 4) in den Ausnehmungen (13) angeordnet sind und in

den Ausnehmungen (13) mit dem Schließglied (1) verbunden sind.

8. Druckausgeglichenes Mikroventil nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Verbindungsselemente (3, 4) so gekippt gegenüber der Vertikalen angeordnet sind, daß bei der lateralen Bewegung des Schließgliedes (1) automatisch eine vertikale Bewegung des Schließgliedes (1) in Richtung auf die Ausströmöffnung (9) eingeleitet wird. 5

9. Druckausgeglichenes Mikroventil nach einem der Ansprüche 1 bis 5, 7 und 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Schließglied (1) mit biegeweichen Stegen (4) an der Deckplatte (7) und/oder mit Federelementen (3) seitlich am Rahmen (6) der Ventilkammer aufgehängt ist. 10

10. Druckausgeglichenes Mikroventil nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Schließglied (1) als Drehschieber ausgebildet ist. 20

11. Druckausgeglichenes Mikroventil nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß das Mikroventil im Normalzustand geschlossen ist. 25

Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen

25

30

35

40

45

50

55

60

65

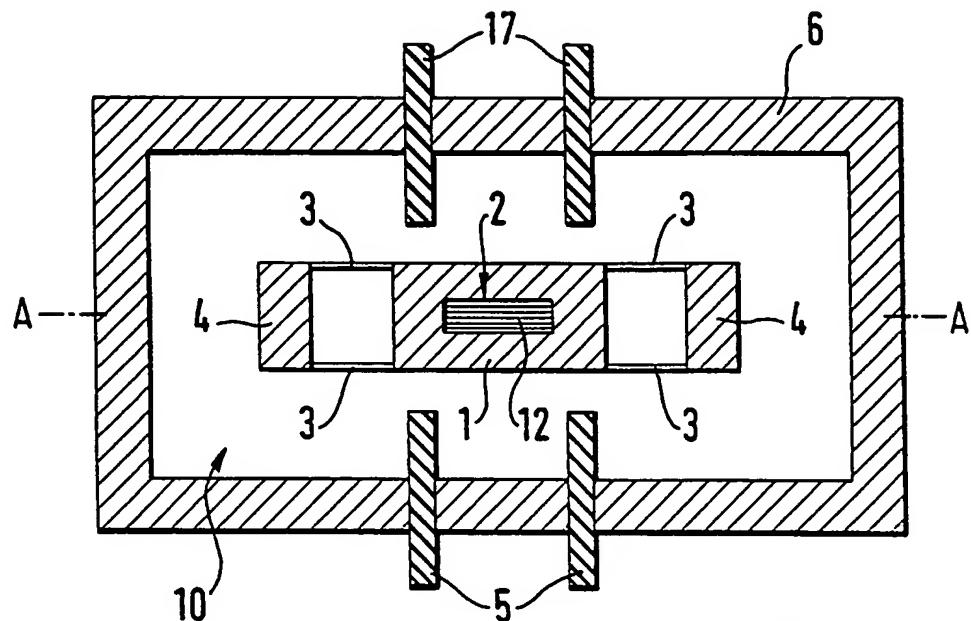


FIG. 1

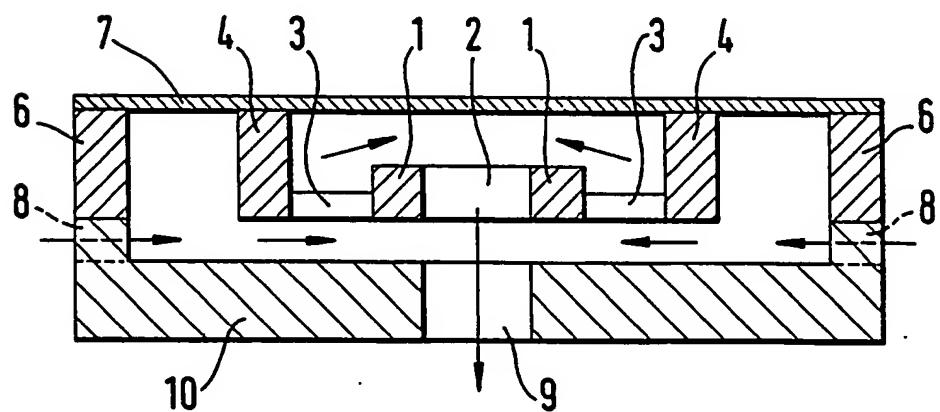


FIG. 2

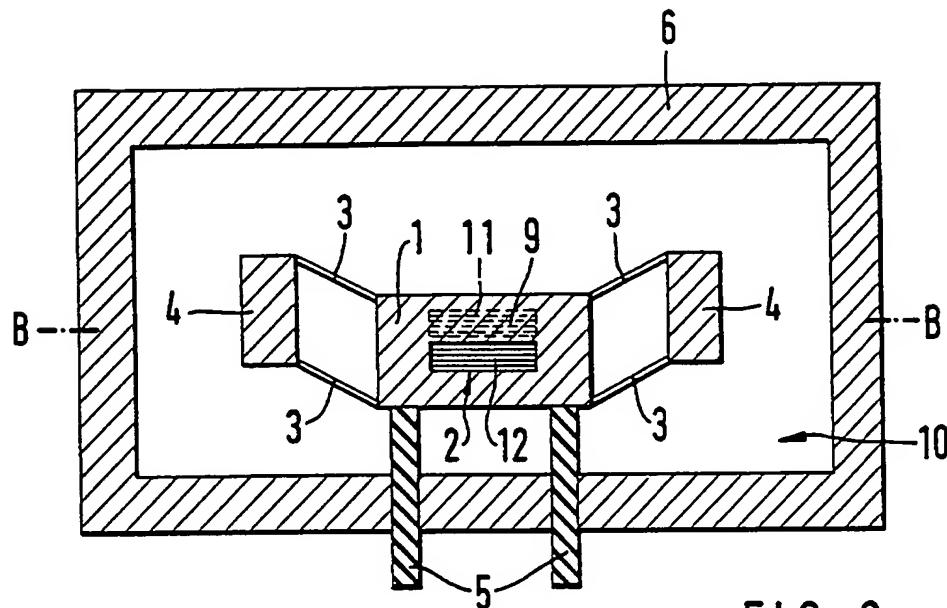


FIG. 3

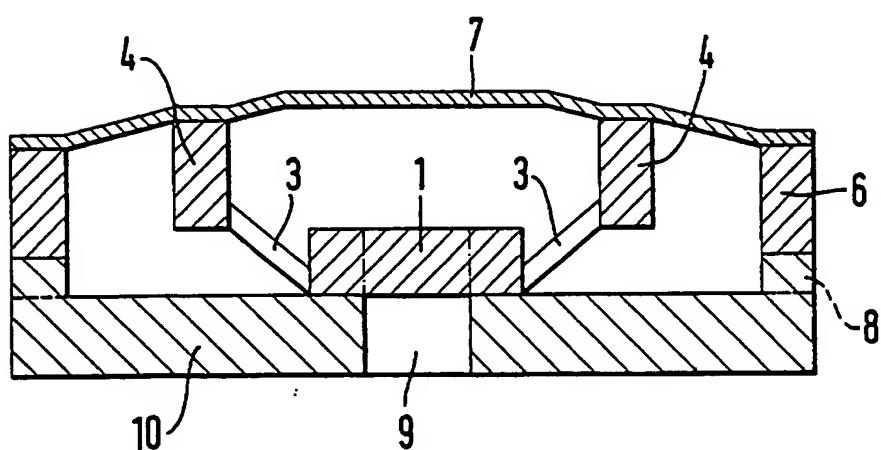


FIG. 4

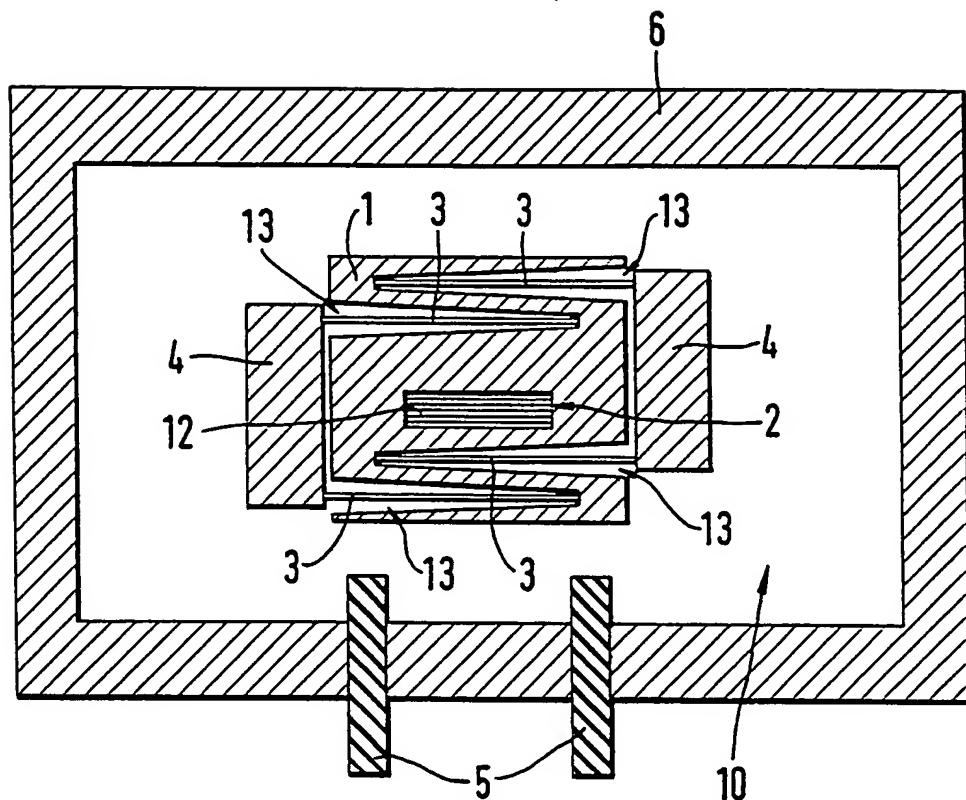


FIG. 5

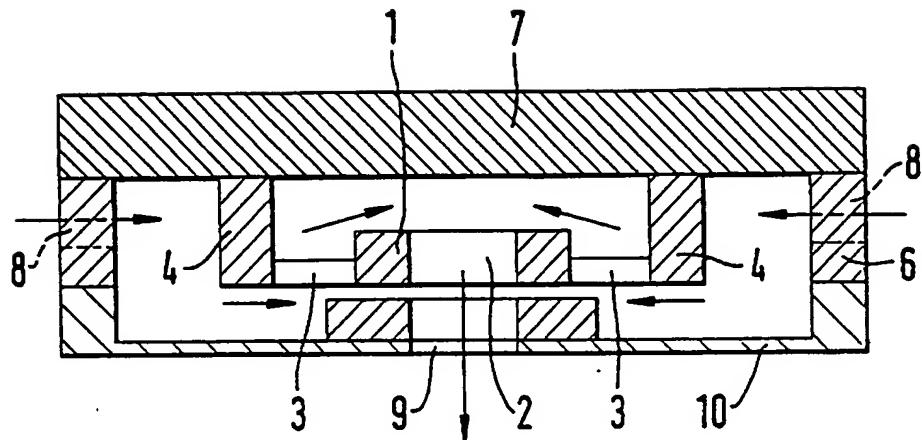


FIG. 6

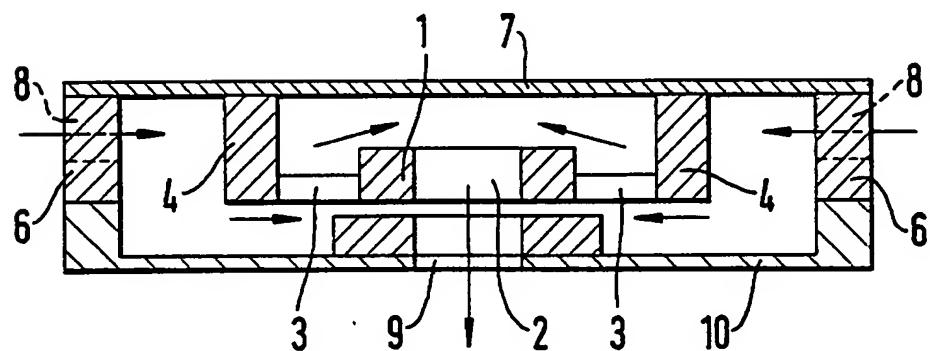


FIG. 7

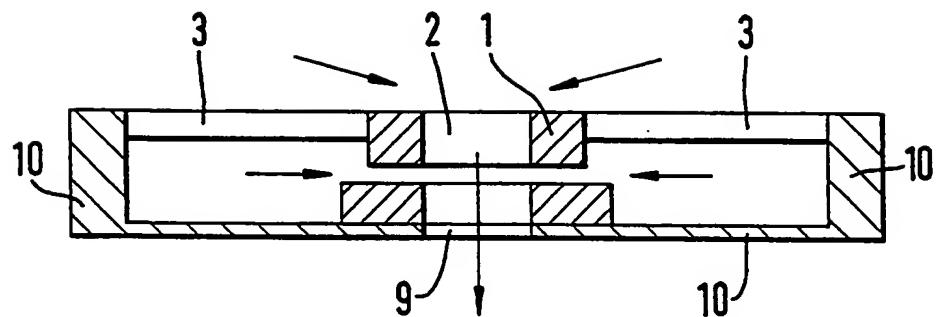


FIG. 8

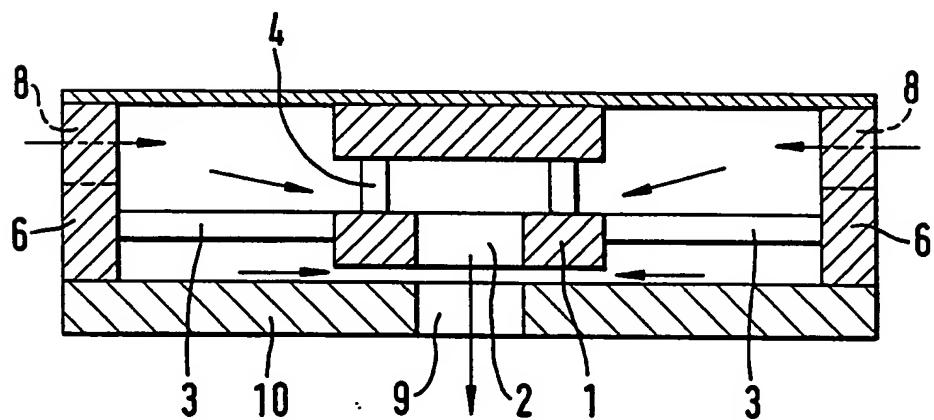


FIG. 9

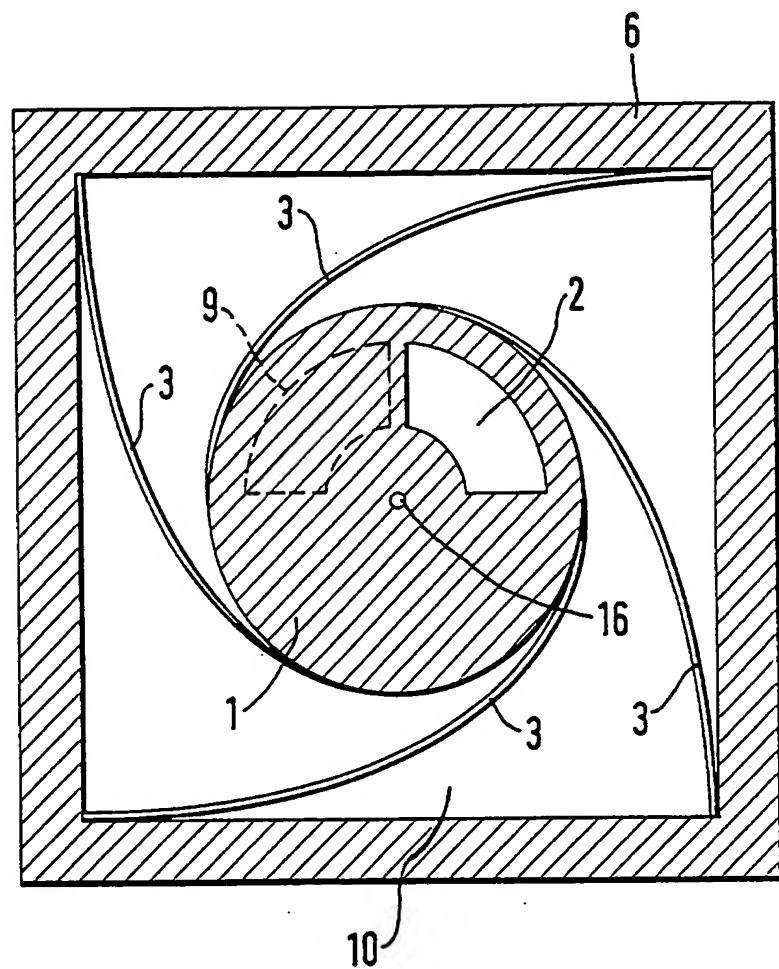


FIG. 10